Aus der Universitätsaugenklinik in München
Direktor: Prof. Dr. Meisner.

Klinische Beobachtungen über die pupillomotorische Wirksamkeit der Netzhautperipherie

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung

der Doktorwürde in der gesamten Medizin

verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät

der Ludwig-Maximilians-Universität in München

vorgelegt von

Michael Dauber

aus Augsburg

Würzburg

C. J. Becker Universitäts-Druckerei

1939

Referent: Professor Dr. Meisner

R UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern
in aufrichtiger Dankbarkeit

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548311_0105

Unter pupillomotorischer Fähigkeit der Netzhaut verstehen wir die Tatsache, daß sich bei Belichtung der Netzhaut die Pupille verengt. Die entsprechende Reflexbahn verläuft im Nervus opticus — Chiasma opticum — Tractus opticus — Corpus geniculatum laterale — vordere Vierhügel zum Sphinkter-Kern und von hier im Nerv. oculomotor. über das Ganglion ciliare zum Spinkter pupillae. Bis zu den Versuchen von Heß bestand fast ausnahmslos die Ansicht, daß die Netzhaut in ihrer ganzen Fläche gleichmäßig starke pupillomotorische Fähigkeiten besitze. Erst Heß befaßte sich zum ersten Male eingehend mit der Frage, ob wirklich der ganzen Netzhaut gleichmäßige pupillomotorische Wirksamkeit zukomme.

Heß sah den Hauptfehler aller vorausgegangenen Arbeiten in der Vernachlässigung des Zerstreuungslichtes, das bei jeder Belichtung eines bestimmten Netzhautbezirkes entsteht und für die Pupillenreaktion von Einfluß ist.

Zum Beweis der pupillomotorischen Empfindlichkeit der Netzhautperipherie muß vor allem der Einfluß dieses Zerstreuungslichtes beseitigt werden.

Heß tat dies, indem er die Menge des fovealen Zerstreuungslichtes (= Menge des diffusen Lichtes, das jeweils den mittleren Netzhautbezirk trifft) für die jeweiligen Versuche möglichst konstant hielt. Dies erreichte Heß mit seinem „Pupillenperimeter" (s. Abb. 1).

Das Reizlicht f wird hierbei auf dem Kreisbogen c—e um den Mittelpunkt c geführt, der fixiert wird und daher der Fovea entspricht. Die Lichtstärke des Zerstreuungslichtes bleibt in der Netzhautmitte bei allen gleichweit von der Fovea entfernten Reizstellen der Netzhaut immer annähernd gleich groß.

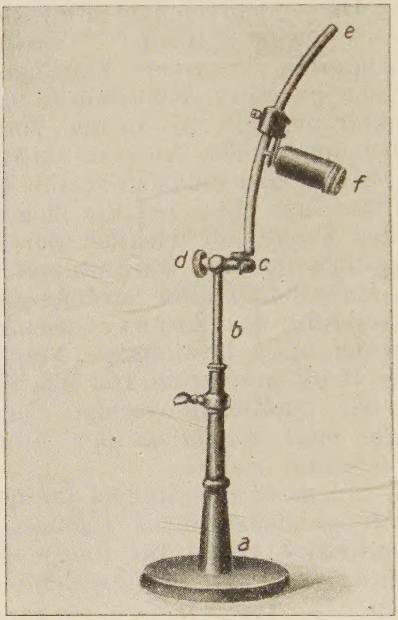
Bei seinen Versuchen ging Heß nach zwei verschiedenen Methoden vor:

1. führte er das Reizlicht von der Stelle des blinden Flecks auf eine gleichweit von der Netzhautmitte entfernte Netzhautstelle der Peripherie und umgekehrt,

2. führte er das Reizlicht von einer relativ dunkeladaptierten auf eine gleichweit von der Netzhautmitte entfernte, aber re-

lativ hell-adaptierte, bzw. gleichzeitig von anderem Lichte bestrahlte Netzhautstelle und umgekehrt.

Bei der ersten Versuchsanordnung kam Heß zu dem Ergebnis, daß diejenigen Netzhautpartien nicht pupillomotorisch wirksam seien, die nach der Seite der Papille 3 mm und mehr von der Fovea entfernt sind und daß pupillomotorisch gleich wirksame Partien außerhalb des Netzhautzentrums — wenn es



(Abb. 1) Pupillenperimeter (nach Heß)

überhaupt solche gäbe — mehr oder weniger konzentrisch um die Stelle des direkten Sehens liegen müßten. Wir können aus unseren Versuchen zunächst schließen, sagt Heß, daß der pupillomotorisch wirksame Teil der Netzhaut im höchsten Fall einen Radius von 3 mm um die Fovea centralis haben kann. Die Möglichkeit, daß er noch viel kleiner sei als 3 mm ließ Heß vorderhand noch offen.

Die zweite Methode zeigte regelmäßig, daß bei Überführung des Reizlichtbildes von der hellbeleuchteten auf die dunkle Netzhauthälfte oder umgekehrt die Pupillenweite unverändert

blieb. Auch bei Übergang von der helladaptierten auf die dunkeladaptierte Netzhauthälfte trat nie Änderung der Pupillenweite auf.

Dadurch kam Heß zu dem Ergebnis, daß innerhalb der hier benutzten Lichtstärken nur ein verhältnismäßig sehr kleiner fovealer Netzhautbezirk pupillomotorische Wirksamkeit haben kann und daß der ganzen übrigen Netzhaut eine solche abgehe.

In weiteren Versuchen am eigenen Auge kommt Heß zu der Feststellung, daß selbst die motorische Erregbarkeit schon in einem Abstand von 0,4 mm von der Foveamitte nach der Peripherie zu abnehme, doch nicht gleichmäßig, sondern nach der temporalen Seite hin wesentlich rascher als nach der nasalen.

Untersuchungen der circumpapillären Netzhautpartien ergaben (für die von ihm benutzten Reizlichtstärken), daß die Bezirke der Netzhaut um die Papille „nicht merklich motorisch wirksam sein können". Doch betont Heß, es sei also hiermit noch nicht gesagt, „daß diese Netzhautpartien überhaupt, unter allen Umständen und auch für sehr viel größere Lichtstärken motorisch absolut unwirksam sein müssen. Wesentlich ist jedoch, daß nach sämtlichen Beobachtungen für solche Lichtstärken, wie sie bei den einschlägigen klinischen Untersuchungen gewöhnlich gebraucht werden, die Netzhautpartien in der Umgebung der Papille nicht nachweisbar motorisch erregbar sind".

Nach den Heß'schen Resultaten mußten Fälle von absolutem zentralen Skotom, in welchen ein mittlerer Netzhautbezirk von ungefähr 4 mm Durchmesser wirklich vollständig blind ist, ein Fehlen der Pupillenreaktion auf Reizlichter erkennen lassen, auch wenn die exzentrischen Netzhautteile mehr oder weniger normale Lichtwahrnehmung zeigen.

Für diese Auffassung sprachen ältere Fälle von Heddaeus, Brixa und Hirschberg. Heß selbst berichtet von mehreren Fällen retrobulbärer Neuritis, wo bei zentral stark verminderter Sehfähigkeit die Pupillenreaktion stark herabgesetzt war. Bei einem anderen Fall von großem, absolutem, zentralem Skotom war selbst sehr starke Belichtung nicht im Stande, mehr als schwache Spuren von Pupillenreaktion auszulösen, trotzdem die ganze übrige Netzhaut bis zur Peripherie funktionstüchtig war.

Bei den Versuchen über die Lage und Größe des pupillomotorisch wirksamen Netzhautbezirkes kam Heß auch zu der Frage, wo die für die Pupillenreaktion verantwortlichen Empfangsorgane lokalisiert seien. Durch eine große Zahl von Ver-

suchen bei Tagvögeln fand er, daß die Auslösung der Pupillenreaktion an die Außenglieder der Zapfen gebunden ist. Auch für den Menschen konnte er das beweisen.

Gleichzeitig tritt Heß der Ansicht vom Bestehen gesonderter „Sehfasern" und „Pupillenfasern" gegenüber, die von der Annahme ausging, daß der motorische Empfänger in der Netzhaut von dem optischen verschieden und räumlich getrennt sei. Da nach den Heß'schen Versuchen die Impulse für das Pupillenspiel, wie für das Bewußtwerden von Helligkeiten in den gleichen Bestandteilen der Netzhaut ihren Ursprung nehmen, sei man zu der Annahme berechtigt, daß die dem Pupillenspiel dienenden und die zu optischen Wahrnehmungen führenden Regungen auf mehr oder weniger weite Strecken durch eine und die gleiche Nervenfaser vermittelt werden (siehe Abb. 2).

Doch betont Heß, daß er nicht dahin verstanden sein möchte, als hielte er das Vorkommen gesonderter und qualitativ verschiedener „Sehfasern" und „Pupillenfasern" für vollständig ausgeschlossen, sondern er habe nur zeigen wollen, daß das Vorkommen von Pupillenreaktion in blinden Augen, das in neueren physiologischen und klinischen Forschungen öfters angegeben werde, nicht als Beweis für die Annahme gesonderter Pupillenfasern dienen könne.

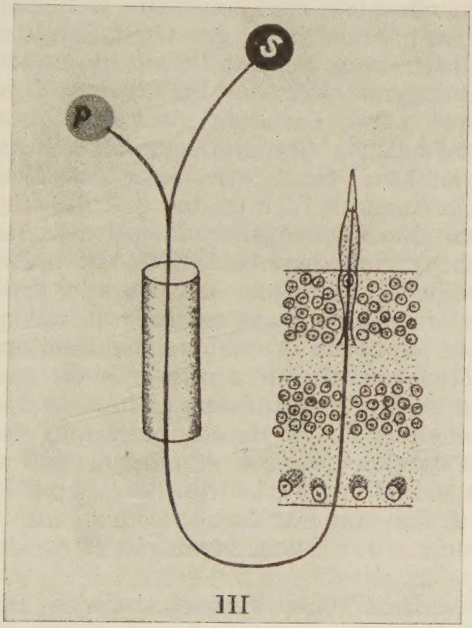
Im Gegensatz zu Heß, der den pupillomotorisch wirksamen Bezirk der Netzhaut auf einen kleinen fovealen Raum beschränkt, (4 mm Durchmesser) berichtet Best von einem Fall, wo nur ein kleiner peripherer Gesichtsfeldteil erhalten geblieben war, bei dem er aber doch eine Pupillenreaktion auslösen konnte. Die pupillomotorischen Grenzen stimmten genau mit den Sehgrenzen überein.

Best betrachtet diesen Fall als Beweis für die pupillomotorischen Fähigkeiten der Netzhautperipherie.

Demgegenüber steht ein Fall von Heß, wo bei zentralem Skotom und sehender Peripherie die Lichtreaktion so gut wie ganz fehlte und nur mit sehr starkem Licht eines elektrischen Augenspiegels auszulösen war. Best erklärt dies mit einer zweifellosen Herabsetzung der normalen Funktion der Netzhautperipherie, da die Sehschärfe auf Erkennen von Fingern in unmittelbarer Nähe herabgesetzt war, während sonst die Peripherie in der Nähe der Macula auch größere Buchstaben erkennen kann.

Wie im Vorausgehenden dargelegt, nimmt nach Heß die

pupillomotorische Erregbarkeit von der Mitte der Fovea nach der Peripherie zu ab. Doch hat Heß die Möglichkeit offen gelassen, daß bei Verwendung von Reizlichtern sehr hoher Lichtstärke der pupillomotorische Bezirk größere periphere Ausdehnung haben könnte. Da Best jedoch in seinem oben erwähnten Fall die üblichen klinischen Lichtstärken nicht überschritt und doch Lichtreaktion erzielte, würde er im Wi-



(Abb. 2) Leitung des optischen und motorischen Reizes nach Heß
(P = pupillomotorisches Zentrum, S = Sehzentrum)

derspruch zu den Versuchen von Heß stehen. Er setzt sich daher mit den Versuchen von Heß eingehend auseinander und kommt zu dem Resultat, daß man auch die Netzhautperipherie, selbst bei Anwendung der klinisch üblichen Lichtstärken als reflexempfindlich anzusehen habe, was durch eine Analyse der Heß'schen Versuche nicht widerlegt werde.

Zu einem ähnlichen Ergebnis gelangt Hesse. Zwar stimmt seine Wiederholung der beiden Heß'schen Hauptversuche mit

den Ergebnissen von Heß überein, doch konnte er sich nicht ohne weiteres den Ansichten von Heß anschließen.

Hesse spricht dem ersten Heß'schen Versuch die beigemessene Beweiskraft ab: Es ist allbekannt, daß die Papille ungleich mehr Licht diffus reflektiert als irgendwelche anderen Teile der Netzhaut. Nachdem man als sicher erwiesen annehmen kann, daß das Zentrum der Netzhaut eine viel größere pupillomotorische Valenz besitzt als die peripheren Teile, so kann man sich, ohne der Peripherie die Reflexempfindlichkeit vollkommen abzusprechen, sehr gut vorstellen, daß beim Übergang des Reizlichtes von der Papille auf die angrenzende lichtempfindliche Netzhaut zwar ein Impuls zur Verengerung der Pupille ausgelöst wird; nachdem aber das Zerstreuungslicht, das von der nun beleuchteten Netzhautstelle ausgesendet wird, viel geringer ist als früher, wird jetzt das Netzhautzentrum von einer viel geringeren Lichtmenge getroffen; es kommt vom Zentrum aus ein Erweiterungsimpuls zustande, der dem früher erwähnten Verengerungsimpuls die Waage hält, so daß statt Verengerung eine Erweiterung der Pupille erfolgt. — Heß selbst weist in einer Mitteilung darauf hin, indem er sagt: „ja es war dann bei papillarer Abbildung nicht selten die Pupillenverengerung etwas deutlicher ausgesprochen (was vermutlich auf etwas größere Mengen diffusen Lichtes in diesem letzteren Falle zu beziehen ist)". In dieser Äußerung von Heß sieht Hesse einen Beweis für die Annahme, daß das diffuse Licht immer viel stärker ist von der Papille aus, als wie von anderen Teilen der Netzhaut. Daher kann er den angegebenen Versuchen die ihnen zugelegte Beweiskraft nicht zuerkennen.

Beim zweiten Heß'schen Versuch, bei dem der Unterschied in der Adaptation der verschiedenen Netzhautteile für ein sicheres Resultat ein möglichst großer sein soll, kam es Hesse darauf an, eine derartig starke und doch scharf begrenzte isolierte Beleuchtung der Netzhaut zu schaffen, die nebenbei auch die Prüfung mit dem Reizlicht gestattet. — Ein solches Mittel fand Hesse im „Dimmer'schen" Apparate zur Photographierung des Augenhintergrundes, der es gestattet, einen Teil des Fundus von mehr als 6 Papillen-Durchmesser gleichmäßig beleuchtet abzubilden.

Durch Abblenden des Strahlenkegels zur Hälfte erzielte er die gewünschte halbseitige Beleuchtung der Netzhaut, während die andere Hälfte in tiefem Dunkel lag. Die Beleuchtung der Netzhaut mit dem Reizlicht erfolgte durch ein feines Loch in

einer Hartgummischeibe, das in einem gewissen Abstand vom Zentrum der Scheibe gebohrt war. Aber auch durch diese Anordnung gelang es Hesse nicht den störenden Einfluß des Zerstreuungslichtes ganz auszuschalten.

Hesse versuchte nun auf eine andere Weise den Einfluß des zerstreuten Lichtes auf die unbeleuchtete Netzhaut auszuschalten, indem er auf die Erleuchtung der einen Netzhauthälfte während der Dauer des Versuches verzichtete. Anstatt dessen wurde die eine Netzhauthälfte so grell als möglich durch 1—2 Minuten beleuchtet und dann sofort im Dunkelzimmer die Prüfung am Pupillenperimeter angestellt, solange noch das gingen an die obere Grenze der erlaubten, aber noch unschäd- Nachbild des blendenden Lichtes im Auge wahrgenommen werden konnte. Die für die Blendung verwandten Lichtstärken gingen an die obere Grenze der erlaubten, aber noch unschädlichen heran.

Auch diese Versuche ergaben kein sicheres Resultat. Nur in seltensten Fällen löste die Überführung des Reizlichtes von geblendeten auf ungeblendete Teile der Netzhaut die für die Reflexempfindlichkeit der gesamten Netzhaut beweisende Pupillenverengerung aus.

In Selbstversuchen — wobei sich Hesse sein Auge mittels des Dimmer'schen Apparates blenden ließ — kam er zu einer interessanten Beobachtung:

Bei einer der vielen Untersuchungen bezüglich der Reaktionsschwelle im geblendeten Auge wandte Hesse zufällig einmal den Blick weit nach rechts, so daß das Licht, das von der weißen Fläche im Photometerkasten durch das Guckrohr in's Auge geschickt wurde, auf Teile der Netzhaut fiel, die so peripher lagen, daß sie nicht mehr vom Blendungslichte getroffen worden waren. Dabei konnte Hesse zu seiner Überraschung wahrnehmen, daß jetzt eine deutliche Verengerung der Pupille auftrat, während eine solche bei gerader Blickrichtung und derselben Lichtstärke noch nicht nachzuweisen war.

Durch Weiterverfolgung dieser Entdeckung und unzählige Wiederholungen dieses Versuches wurde kein anderes Resultat erzielt, sondern es blieb immer annähernd gleich.

Diesen Versuch sieht Hesse als unwiderleglichen Beweis dafür an, daß die Netzhaut auch außerhalb des geblendeten Bezirkes, also mehr wie 3 Papillendurchmesser vom Zentrum entfernt, eine gewisse Reflexempfindlichkeit auch für die von ihm angewandten mäßig großen Lichtstärken besitze.

Eine Erklärung für den Widerspruch zwischen den früheren Versuchen und den eben angeführten Resultaten sieht Hesse darin, daß die Maculagegend in Bezug auf Reflexempfindlichkeit ein sehr großes Übergewicht über die Netzhautperipherie besitzt. Reize zur Pupillenverengerung, die durch irgendwie die Netzhaut treffendes Reizlicht ausgelöst werden, setzen sich aus zwei Komponenten zusammen, dem Reiz der direkt getroffenen Netzhautstelle und aus dem der diffus beleuchteten Netzhautmitte. „Je größer diese letzte Komponente ist, mit um so geringerem Werte wird die erste in's Gewicht fallen, bzw. eine Veränderung der ersteren den Gesamtwert des resultierenden Reizzustandes erhöhen." Bei den Hesse'schen Beobachtungen war die Macula fast überall unversehrt, das Übergewicht derselben also ungestört.

Hesse änderte daher seine Blendungsversuche in der Weise, daß er den Einfluß der Macula auszuschalten trachtete. Auf diese Weise konnte Hesse die Reflexempfindlichkeit für 45 bis 50 Grad vom Zentrum entfernt liegende Netzhautpartien nachweisen. Zusammenfassend erklärt er, daß

1. die Versuche mit Abblendung der Macula unwiderleglich die pupillomotorische Wirksamkeit der Netzhautperipherie bis mindestens 45—50 Grad beweisen,

2. das Netzhautzentrum gegenüber der Peripherie jedoch eine derartig größere pupillomotorische Erregbarkeit besitze, so daß der von der Peripherie ausgelöste pupillomotorische Reiz für die Praxis wirkungslos bleibe.

Die größere motorische Erregbarkeit der Macula erklärt Hesse folgendermaßen:

1. Da die Macula nur Zapfen besitze, die bekanntlich auch die pupillomotorischen Aufnahmeorgane sind, müsse die Macula durch ihren Zapfenreichtum eine pupillomotorische Überwertigkeit über die Netzhautperipherie besitzen, die arm an Zapfen ist. Es wäre aber schwer zu erklären, warum ein peripherer Zapfen nicht ebenso reflexempfindlich sein sollte, als ein zentral gelegener.

2. Sei es auffallend, daß die Pupillenreaktion in einem geraden Verhältnis zu stehen scheine zum Zapfenreichtum der Netzhaut. Bei Tieren mit einer Überzahl von Zapfen sei auch die Pupillenreaktion sehr lebhaft, wie bei den Tagvögeln, während man bei Tieren, die überhaupt keine Zapfen besitzen, wie Igel, Maulwurf, die Pupillenreaktion vermisse.

Auch Behr und Marx berichten von einem Fall ähnlich dem von Best, wo bei Ausfall der zentralen Gesichtsfeld-

partien bei Belichtung einer funktionstüchtigen, peripheren Netzhautinsel prompte Lichtreaktion erzielt werden konnte.

Auf Grund dieser verschiedenen Angaben ging auch Gasteiger daran, sich mit der pupillomotorischen Empfindlichkeit der Netzhautperipherie zu befassen.

Zur Untersuchung des Pupillenspiels benutzte Gasteiger das Differential-Pupilloskop von Heß, mit dem bekanntlich die pupillomotorische Unterschiedsempfindlichkeit bestimmt wird.

Unter pupillomotorischer Unterschiedsempfindlichkeit versteht man den Quotienten der Lichtdurchlässigkeit zweier verschiedener Graukeile des Pupilloskops, bei denen eben die erste deutliche Pupillenreaktion erfolgt.

Ist beispielsweise die Durchlässigkeit der ersten Keilstellung 4,8%, die der zweiten 6,5%, so ist der Quotient $Q = \frac{4,8}{5,4} = 0,88$ oder: die pupillomotorische Unterschiedsempfindlichkeit (m. U. E.) = 0,88.

Die Bestimmung der normalen pupillomotorischen Unterschiedsempfindlichkeit ist das Verdienst der umfangreichen Arbeiten Groethuysens. Er fand den Durchschnittswert der m. U. E. zu 0,9, den unteren physiologischen Wert zu 0,84. Wird Q kleiner als 0,8, so handelt es sich um eine krankhafte Herabsetzung der pupillomotorischen Unterschiedsempfindlichkeit.

Durch einfache Umrechnung der jeweiligen Größe Q ließ sich das wirkliche Verhältnis der Lichtstärken berechnen, die zur Hervorrufung eines pupillomotorischen Unterschieds eben benötigt wurden. Unter Berücksichtigung des für Q festgelegten physiologischen Durchschnittswertes erhielt Groethuysen für die von ihm gewöhnlich benutzten Lichtstärken folgendes Ergebnis:

Eine normale pupillomotorische Unterschiedsempfindlichkeit besteht dann, wenn zwei Lichtstärken J_1 und J_2, die sich wie 95 : 100 verhalten, schon genügen, um bei abwechselnder Belichtung beim Erscheinen von J_2 eine stärkere Pupillenverengerung hervorzurufen als bei Erscheinen von J_1.

Gasteiger hielt es nicht für notwendig, gerade das Zentrum der Netzhaut zu belichten, wie es Heß fordert, da auch bei exzentrischer Belichtung diese Stelle durch das im Auge zerstreute Licht gereizt wird.

Gasteiger ging bei seinen Untersuchungen von folgender Überlegung aus:

Nach den Angaben von Heß muß erwartet werden, daß in allen Fällen, in denen ein Gebiet im Durchmesser von höchstens 4 mm (2½ PD) um die Fovea außer Funktion gesetzt ist, die Pupillenreaktion auf Lichteinfall nicht zustande kommt, da die Lichtstärken, die bei den pupilloskopischen Untersuchungen zur Verwendung gelangen, keinesfalls die bei sonstigen Untersuchungen üblichen überschreiten und somit auch nach den Angaben von Heß den bei seinen Versuchen benutzten Lichtintensitäten entsprechen.

Da in diesen Fällen die das Gebiet der Fovea direkt oder als im Auge entstandenes Streulicht treffenden Lichtstrahlen auf funktionsunfähiges Gebiet fallen, müßte die Lichtreaktion ausbleiben.

Gasteiger berichtet über ein Material von 17 Fällen, die er in zwei Gruppen einteilt: 1. Solche mit funktioneller Schädigung des Netzhautzentrums ohne ophthalmoskopisch sichtbare Veränderungen, 2. solche mit ophthalmoskopisch sichtbaren Veränderungen.

Bei der ersten Gruppe betrug die pupillomotorische Unterschiedsempfindlichkeit 0,92 bei acht Augen, obwohl große zentrale, absolute Skotome vorhanden waren, die den von Heß angegebenen Bezirk von 4 mm Durchmesser um die Fovea wesentlich überschritten.

In einem Fall von retrobulbärer Neuritis mit großem Zentralskotom fand Gasteiger eine Herabsetzung der motorischen Unterschiedsempfindlichkeit auf 0,63, bei einem Visus von Fingerzählen in 20 cm Entfernung. Gasteiger meint, daß in einem Falle mit so schwerer Herabsetzung des Sehens auch die Netzhautperipherie nicht mehr normal sei, da sonst ein etwas besseres Sehen erwartet werden könnte. Daher könne dieser Fall nicht gegen die motorische Empfindlichkeit der normalen Peripherie sprechend angesehen werden.

Ein Fall von Opticusatrophie — ähnlich dem von Best beschriebenen — bei dem lediglich eine kleine Gesichtsfeldinsel oben außen erhalten war, wies nach Gasteigers Beschreibung normale Pupillenreaktion auf.

Gleichzeitig befaßt sich Gasteiger auch mit dem etwa möglichen Einwand, daß das Vorhandensein eines Skotoms ja nur den Ausfall der optischen Empfangsorgane in der Netzhaut beweise, nicht aber den der motorischen, die, wie Heß mitteilt, nicht identisch sein müssen; es könnte also sein, daß die motorischen Empfänger in diesen Fällen im Bereich der Macula unversehrt sind und daß daher doch dieses Gebiet die

Reaktion vermittelt. — Gasteiger hält eine solche Anschauung für höchst unwahrscheinlich, da im Falle ihrer Richtigkeit Pupillenreaktion bei Amaurose beobachtet werden müßte.

Gasteiger berichtet von 4 Maculakolobomen, deren Ausdehnung wesentlich größer gewesen sei, als der von Heß geforderte pupillomotorisch wirksame Bezirk von 2½ PD. Die Sehschärfe war hochgradig herabgesetzt. Die m. U. E. war in allen diesen Fällen normal.

In zwei Fällen von schwerster myopischer Degeneration, die sich von der Papille bis weit über das Gebiet der Macula erstreckte, fand Gasteiger an 3 Augen normale m. U. E. Ein Auge wies eine Herabsetzung der m. U. E. auf 0,35 auf. Die Pupille dieses Auges sei immer etwas weiter gewesen als das andere und der Patient habe angegeben, daß dies von einem Schlag gegen das Auge herrühre. Gasteiger ist der Ansicht, daß die Herabsetzung der m. U. E. auf dem einen Auge wohl diese traumatische Ursache hat.

Gasteiger bringt noch 4 Fälle von scheibenförmiger Maculadegeneration (Junius-Kuhnt). Die Degenerationsherde überschritten in allen Fällen das Maculagebiet ganz wesentlich. Bei zwei Fällen war die m. U. E. normal, bei einem 0,89, beim vierten war sie herabgesetzt auf 0,39. Diese Herabsetzung im vierten Falle erklärt Gasteiger mit dem ganz schlechten Visus (1/60) und er glaubt annehmen zu dürfen, daß auch die Netzhautperipherie bzw. der Leitungsapparat Schaden gelitten hat.

Gasteiger kommt durch die Beobachtungen an seinen Fällen zu dem Ergebnis, daß nicht nur ein kleines Gebiet um das Zentrum der Netzhaut pupillomotorisch empfindlich ist, sondern stimmt jenen Autoren zu, die auch der Netzhautperipherie motorische Fähigkeiten zuschreiben. Er hält es für sicher, daß die motorisch empfindliche Zone „mindestens die von Hesse angegebenen Grenzen erreicht“ (45—50 Grad). Trotz alledem will auch Gasteiger nicht in Abrede stellen, daß wohl der Netzhautmitte eine pupillomotorische Überwertigkeit zukommt.

Ich hatte Gelegenheit, an der Universitätsaugenklinik in München eine Reihe von Kranken zu untersuchen und Rückschlüsse auf die pupillomotorische Empfindlichkeit der Netzhaut zu ziehen.

Bei den Untersuchungen der motorischen Unterschiedsemp-

findlichkeit verwandte ich das Zusatz-Pupilloskop nach Sander mit Graukeil I (hergest. von Zeiß-Jena). Es ist in der Handhabung einfacher als das Heß'sche Pupilloskop. Es vermeidet den störenden Einfluß des kleinen Metallbälkchens am Heß'schen Pupilloskop, das zwischen die beiden zu vergleichenden Graukeile sich einschiebt und infolge Lichtabsorption selbst eine Pupillenreaktion auslöst, was die Beurteilung der Reaktion begreiflicherweise sehr erschwert.

Das Grauglas des Sander'schen Pupilloskop, das sich verschiebbar in einem Rahmen befindet, besitzt in seiner oberen Glashälfte in der ganzen Breite eine konstante Lichtdurchlässigkeit von 2,3%, während die Lichtdurchlässigkeit in der unteren Hälfte von 2,3% bis 54,96% allmählich steigt. Der Metallrahmen, in dem das Grauglas verschoben wird, zeigt eine oben ablesbare Graduierung von 21—1.

Zum besseren Verständnis der Arbeit gebe ich die Tabelle für die m. U. E. und die Lichtdurrchlässigkeit bei der jeweiligen Keilstellung wieder.

Es kamen lediglich Fälle mit ophthalmoskopisch sichtbaren Veränderungen zur Untersuchung, also Fälle der II. Gruppe nach Gasteiger, auf die er besondere Bedeutung legte: Herde in der Macula, Maculadegeneration, scheibenförmige Maculadegeneration (Junius-Kuhnt) und schwere Chorioiditis disseminata centralis.

Graukeil I

(Vergleichsgrauglas $J_1 = 2{,}3\%$)

Keilstellung	Lichtdurchlässigkeit J_2 in %	Pupillomotor. Unterschiedsempfindlichkeit $J_1 : J_2$
21	3,60	0,64
20	4,12	0,56
19	4,74	0,49
18	5,41	0,43
17	6,20	0,37
16	7,11	0,32
15	8,15	0,28
14	9,34	0,25
13	10,70	0,22
12	12,27	0,19
11	14,06	0,16
10	16,11	0,14
9	18,47	0,12
8	21,16	0,11
7	24,26	0,10
6	27,80	0,09
5	27,86	0,08
4	35,99	0,07
3	41,84	0,06
2	47,95	0,05
1	54,96	0,04

Ich bespreche erst 10 Fälle von seniler Maculadegeneration.

1. G. Josef, 72 Jahre alt.
Visus: R. 5/50 (Gl. b. n.) L. + 1,75 sph. = 5/10
+ 4,0 sph. = Nieden 6 + 4,25 sph. = Nieden 1
Fundi: Beiderseits helle atrophische Herde um die Papille herum mit groben Pigmentverwerfungen, die sich bis an die Macula erstrecken. Im Bereich der rechten Macula in einer Ausdehnung von ca. $2^1/_2$ Papillendurchmesser geblich-weiße Herde mit Pigmentanhäufungen. Die rechte Pupille reagierte am Sander'schen Pupilloskop bei Keilstellung 12 (was einer m. U. E. von 0.19 entspricht), die linke reagierte bei Keilstellung 17 (m. U. E. = 0,37). Bei genauester Betrachtung erwies sich die rechte Pupille um eine Spur weiter als die linke.

2. T. Paul, 76 Jahre alt.
Visus: R. 1/7,5 (Gl. b. n.) L. 2/10 (Gl. b. n.)
+ 4,5 sph. = Nieden 10 partiell + 4,5 sph. = Nieden 10
Fundi: Im ganzen Maculabereich feine gelblich-weiße Herdchen, re > li.
Reaktion am Pupilloskop: Rechts bei Keilstellung 8 (m. U. E. = 0,11), links bei 12 (m. U. E. = 0,19).
Rechte Pupille eine Spur weiter als die linke.

3. S. Friedrich, 45 Jahre alt.
Visus. R. 5/10 (Gl. b. n.) L. — 0.75 sph. = 5/15
R. = L. + 1,0 sph. = Nieden 1
Fundi: Im Bereich der Maculae bds. feine grau-weiße Herdchen, beiderseits Conus temporalis.

Reaktion am Pupilloskop: Rechts bei 14 (m. U. E. = 0,25), links bei 12 (m. U. E. = 0,19).

4. J. Karl, 73 Jahre alt.

Visus: R. + 3,0 sph. = 5/20 L. + 3,0 sph. = 5/10
+ 6,0 sph. = Nieden 10 + 6,0 sph. = Nieden 2

Fundi: Grobe Pigmentverschiebungen in der Macula, die scharf begrenzt sind, re > li. Periphere Aderhautsklerose. Außerdem feinste Pigmentverschiebungen zwischen Papille und Macula.

Reaktion am Pupilloskop: Rechts bei 17 (m. U. E. = 0,37), links bei 20 (m. U. E. = 0,56). Patient weist außerdem als Nebenbefund eine Heterochromie der rechten Iris auf.

5. F. Friedrich, 79 Jahre alt.

Visus: R. = L. 1/15 (Gl. b. n.)
R. = L. + 4,0 = Nieden 13

Fundus weist rechts und links grobe Pigmentverschiebungen in der Macula auf, dazwischen weißliche Herde. Großer Halo senilis. Weißlicher Herd am unteren temporalen Rand der Macula des linken Auges.

Reaktion am Pupilloskop: Rechts bei 14 (m. U. E. = 0,25), links bei 13 (m. U. E. = 0,22).

6. R. Sofie, 67 Jahre alt.

Visus: R. + 1,0 sph. = 5/15 L. + 1,5 sph. = 5/20
+ 5,0 sph. = Nieden 7 + 6,0 sph. = Nieden 10 mühsam

Fundi: Im Bereich der Maculae bds. weißlich-gelbliche, zum Teil confluierende Degenerationsherde in Ausdehnung von $2^1/_2$—3 PD. Li. > Re. Gefäße zeigen z. T. arteriosklerotische Veränderungen, Schlängelung und Gunnsches Phänomen.

Reaktion am Pupilloskop: Rechts bei 16 (m. U. E. = 0,32), links bei 13 (m. U. E. = 0,22).

7. H. Anna, 78 Jahre alt.

Visus: R. = L. 1/20 mühsam (Gl. b. n.)

Fundi: Weiße Degenerationsherde und Pigmentanhäufungen im Bereich der Maculae von 3 PD Ausdehnung. Rechts außerdem noch bogenförmig oberhalb und unterhalb der Macula verlaufende Herde.

Reaktion am Pupilloskop: Rechts bei 14 (m. U. E. = 0,25), links bei 14 (m. U. E. = 0,25).

8. S. Louis, 75 Jahre alt.

Visus: R. + 1,0 sph. = 5/35 L. + 2,0 sph. = 5/25
+ 4,5 sph. = Nieden 10 + 4,5 sph. = Nieden 7

Fundi: Rechts feine kleine weiße Herdchen im Verlauf der V. temporalis superior. Beiderseits in der Macula feinste Aufhellungen mit Pigmentververschiebungen. Re. > Li.

Pupillenreaktion erfolgte rechts bei 18 (m. U. E. = 0,43), links bei 20 (m. U. E. = 0,56).

9. W. Franziska, 73 Jahre alt.

Visus: R. — 1,0 sph. = 5/20 L. — 2,0 sph. = 1/35
+ 3,0 sph. = Nieden 11 kein Nahvisus

Linke Pupille weiter als rechte.

Fundus rechts: Pigmentunregelmäßigkeiten um die Pupille herum. Feine Aufhellungsherde mit Pigmentverschiebungen im Bereich der Macula von etwa $2^1/_2$ PD. Fundus links: Grobe Pigmentanhäufungen mit hellweißlichen Degenerationsherden im Bereich der Macula von 3 PD Ausdehnung.

Die Pupillenreaktion erfolgte rechts bei 12 (m. U. E. = 0,19), links bei 2 (m. U. E. = 0,05).

10. O. Martin, 70 Jahre alt.
Visus: R. + 7,0 sph. = 5/50 L. + 6,0 sph. = 5/7,5
+ 9,0 sph. = Nieden 13 mühsam + 5,0 sph. = Nieden 10
Fundi: Rechts im ganzen Bereich der Macula feine wabige Aufhellungen. Auch in der Peripherie feine, kleine helle Herde, besonders im Verlauf der Gefäße. Links an der Papille temporal unten kleiner dunkler Herd. Helle wabige Strukturveränderungen der Macula.
Pupillenreaktion rechts bei 5 (m. U. E. = 0,08), links bei 14 (m. U. E. = 0,22).

Großen Wert legte ich auf 3 Fälle von scheibenförmigen Maculadegenertaionen (Junius-Kuhnt), bei denen der ganze Maculabereich verändert war, in einer Ausdehnung, die sicher den von Heß geforderten Bezirk von 4 mm Durchmesser übertraf:

11. P. Karoline, 75 Jahre alt.
Visus: R. 1/35 (Gl. b. n.) L. 1/7,5 (Gl. b. n.)
+ 6,0 sph. bds. = Nieden 12 mühsam
in 20 cm Entfernung
Fundus rechts: In der Maculagegend scheibenförmige, weiße Degenerationsherde mit Pigmentanhäufungen. Degenerationsherde über der Papille. Temporal und noch weiter peripher vom Maculaherd helle, rundliche, konfluierende Herdchen (circinata-ähnlich). Entlang der vena temporalis inferior laufender weißer Degenerationsherd, an dessen unterer Grenze wieder ein circinata-ähnliches Herdchen.
Fundus links: Ebenfalls in der Maculagegend scheibenförmig angeordnete helle Degenerationsherde mit Pigmentanhäufungen. Bei 6 h vereinzelt rundliche helle Herdchen mit Pigmentumrandung.
Am Pupilloskop erfolgte rechts Reaktion bei 13 (m. U. E. = 0,22), links bei 16 (m. U. E. = 0,32).

12. Sch. Josef, 73 Jahre alt.
Visus: R. + 1,0 sph. = 5/10 L. Es kann nur noch Lichtschein
+ 5,0 sph. = Nieden 4 wahrgenommen werden
Linke Pupille Spur weiter als rechte und etwas entrundet.
Fundus rechts: Circumpapilläre Pigmentverschiebungen. Im Maculabereich feinste Pigmentanhäufungen und gelblich-weiße Aufhellungsbezirke.
Fundus links: Scheibenförmige Maculadegeneration. Wabige Aufhellungen und Pigmentverschiebungen im Bereich der Macula von $2^1/_2$ PD. Oben, unten und seitlich vom Maculabezirk großes Aufhellungsgebiet konzentrisch um den scheibenförmigen Herd. In dieser hellen Zone bei 10 h Pigmentanhäufung von $^1/_4$ PD.
Pupillenreaktion: Rechts bei 20 (m. U. E. = 0,56), links bei 16 (m. U. E. = 0,32).

13. B. Rosa, 74 Jahre alt.
Visus: R. + 2,0 sph. = 5/25 L. 1/15 (Gl. b. n.)
+ 6,0 sph. = Nieden 11 p.
Linke Pupille weiter als rechte. Reflektorische Pupillenträgheit auf dem rechten Auge.
Fundus rechts: Senile Maculadegeneration.
Fundus links: Scheibenförmige Degeneration der Macula. $^1/_2$ PD nach unten chorioiditischer Herd.
Reaktion am Pupilloskop bds. bei 12 (m. U. E. = 0,19).

Auch 3 Fälle von Chorioiditis disseminata habe ich in meine Untersuchungen miteinbezogen, da bei ihnen die Macula verändert war und die Peripherie große Degenerationsbezirke aufwies, jedoch unter Erhaltensein vieler funktionstüchtiger Inseln, so daß diese gesunden Netzhautstellen — bei der Richtigkeit derr Anschauung von der pupillomotorischen Empfindlichkeit der Netzhautperipherie — für die Auslösung einer Pupillenreaktion in Frage kamen:

14. P. Josef, 66 Jahre alt.
Visus: R. + 1,0 sph. = 5/25 p. L. + 1,0 sph. = 5/25 p.
+ 5,0 sph. = Nieden 6 + 5,0 sph. = Nieden 6
Pupillen gleichweit.
Fundi: Grobe dichte Pigmentanhäufungen und weiße Degenerationsherde im Maculabereich und in der Peripherie.
Pupillenreaktion bds. bei 14 (m. U. E. = 0,25).

15. Z. Juliane, 50 Jahre alt.
Visus: R. Fingerzählen in $^1/_2$ m Entfernung L. 5/7,5 (Gl. b. n.)
+ 4,0 sph. = Nieden 11 mühsam + 4,0 sph. = Nieden 1
Fundus rechts: Grobe Pigmentherde und weiße atrophische Aufhellungsbezirke am Augenhintergrund, auch im ganzen Maculabereich. Re. > Li.
Fundus links: Circumpapillär beginnende Aderhautatrophie.
Pupillenreaktion rechts bei 14 (m. U. E. = 0,25), links bei 19 (m. U. E. = 0,49).

16. E. Jakob, 52 Jahre alt.
Visus: R. = L. = Fingerzählen in 20 cm Entfernung.
Pupillen: Beide sehr weit.
Fundi: Beiderseits chorioiditische Herde von großer Ausdehnung in der Netzhautperipherie. Dichte, grobe Pigmentanhäufungen in beiden Maculae. Kaum noch gesunde Fundusstellen erkennbar. Li. > Re.
Pupillenreaktion rechts bei 12 (m. U. E. = 0,19), links bei 13 (m. U. E. = 0,22).

Zusammenfassung.

Es kamen 10 Kranke mit seniler Maculadegeneration, 3 Kranke mit scheibenförmiger Maculadegeneration und 3 Kranke mit Chorioiditis disseminata zur Beobachtung.

Die pupillomotorische Unterschiedsempfindlichkeit war in den 10 Fällen von seniler Maculadegeneration überall herabgesetzt. Die Herabsetzung der m. U. E. bewegte sich zwischen 0,56 und 0,05. In dem Falle von extremer Herabsetzung auf 0,05 fand sich ein Visus von 1/35. Bei einem weiteren Fall von sehr starker Herabsetzung der m. U. E. auf 0,08 war der Visus mit + 7,0 sph. = 5/50.

Von den drei scheibenförmigen Maculadegenerationen wiesen der eine eine m. U. E. von 0,22 und 0,32, der zweite eine von 0,56 und 0,32, der letzte eine von 0,19 bds. auf. Die drei Kran-

ken mit Chorioiditis disseminata ergaben eine Herabsetzung der m. U. E. auf 0,25 bds., bzw. 0,25 und 0,49, und schließlich 0,19 und 0,22.

Es kamen nurr Fälle zur Beobachtung, bei denen tatsächlich der Degenerationsbereich in der Macula mindestens 2½ PD betrug; meistens war er aber größer. Es wurde dadurch der Forderung von Heß Folge geleistet. Denn wenn tatsächlich die pupillomotorische Erregbarkeit nur an den Bereich der Macula geknüpft ist, konnte bei vollständigem Ausfall derselben keine Pupillenreaktion auslösbar sein.

Tatsächlich trat jedoch in allen angeführten Fällen Lichtreaktion auf, wenn auch die m. U. E. immer, teilweise sogar sehr stark herabgesetzt war.

Da in allen Fällen der ganze Maculabereich verändert war, muß man eine Auslösung der beobachteten Pupillenreaktion von der Macula aus ausschließen.

Man muß daher die Netzhautperipherie für die Pupillenreaktion verantwortlich machen.

Dies würde für die Auffassung derer sprechen, die der Netzhautperipherie auch pupillomotorische Wirksamkeit zuerkennen.

Die Ergebnisse meiner Beobachtungen stehen somit im Widerspruch zu Heß, der den pupillomotorisch wirksamen Bezirk der Netzhaut in die Macula allein verlegt.

Meine Beobachtungen stimmen aber auch nicht mit denen Gasteigers überein, der der Netzhautperipherie pupillomotosche Fähigkeiten zuspricht und keine Herabsetzung der m. U. E. fand. In 2 Fällen, wo eine solche vorhanden war, erklärt sie Gasteigerr dadurch, daß wohl die Netzhautperipherie auch sehr stark geschädigt gewesen sei, in einem anderen Falle nimmt er eine traumatische Ursache an.

Meine Beobachtungen zeigten, daß bei Ausfall der Macula die pupillomotorische Unterschiedsempfindlichkeit zwar herabgesetzt, die Pupillenreaktion jedoch auslösbar ist. Die Pupillenreaktion erfolgt dann von der Netzhautperipherie aus, aber bei viel größeren Lichtstärken, oder besser gesagt bei größerer Lichtdurchlässigkeit des Graukeils. Der Macula kommt unbedingt eine motorische Überwertigkeit zu.

Auch Gasteiger spricht der Macula eine pupillomotorische Praevalenz zu.

Schon eine Überlegung über den histologisch-anatomischen Bau der Netzhautmitte und der Netzhautperipherie macht eine Überwertigkeit der Macula über die Peripherie und eine moto-

rische Minderwertigkeit der Peripherie gegenüber der Netzhautmitte zur Gewißheit:

Die Netzhautmitte besitzt nur Zapfen, die Stäbchen gesellen sich erst in den mehr peripher gelegenen Bezirken hinzu. Die Netzhautperipherie besitzt viel weniger Zapfen, dort herrschen die Stäbchen vor. Die Zapfen nehmen nach peripher immer mehr ab. Aber dies ist nicht der einzige Unterschied. Auch die Leitung der Reize ist in der Macula viel genauer. Jede Zapfenstelle besitzt hier ihre eigene Bipolare, und diese wieder ihre eigene Ganglienzelle und Nervenfaser. In der Netzhautperipherie jedoch werden mehrere Sinneszellen mit ihren Fortsätzen zu einer Bipolare, und ebenso mehrere Bipolare zu einer Ganglienzelle und Nervenfaser weitergeleitet.

Da nun — wie Heß bewiesen hat — die Zapfenaußenglieder nicht nur die optischen, sondern auch die motorischen Empfangsorgane darstellen und die Nervenfasern nicht nur optische sondern auch zugleich motorische Impulse leiten, so ist nicht einzusehen, warum nicht die mit Zapfen dünn besiedelte Netzhautperipherie der nur mit Zapfen ausgestatteten Netzhautmitte unterlegen sein sollte — nicht nur in optischer, sondern auch in pupillomotorischer Hinsicht. Denn die Pupillenreaktion ist mit dem optischen Vorgang funktionell verknüpft. Die Zapfenarmut der Netzhautperipherie erklärt also ungezwungen ihre pupillomotorische Minderwertigkeit und auch Hesse sagt, es wäre schwer zu erklären, warum ein peripherer Zapfen nicht ebenso reflexempfindlich sein sollte, als ein zentral gelegener.

Interessant ist die Tatsache, daß bei Tieren mit einer Überzahl von Zapfen auch die Pupillenreaktion sehr lebhaft ist, wie z. B. bei den Tagvögeln, während bei Tieren, die überhaupt keine Zapfen besitzen, wie Igel und Maulwurf, man die Pupillenreaktion vermißt. Zum mindesten kann eine ganz langsam von statten gehende Erweiterung oder Verengerung der Pupille, die sich bei diesen zapfenlosen Tieren findet, nicht als Pupillenreaktion angesprochen werden, sondern man muß dies als Einwirkung des stärkeren oder schwächeren Lichtes (während einer längeren Zeitdauer) auf den Iris-Schließmuskel ansehen.

Eine interessante Beobachtung schien mir ebenfalls von Bedeutung zu sein: Bei vielen Augen, bei denen der Visus und die pupillomotorische Unterschiedsempfindlichkeit im Vergleich zum anderen Auge stark herabgesetzt war, beobachtete ich eine weitere Pupille an dem Auge mit dem schlechteren

Visus. Diese Differenz der Pupillenweite erklärt sich wohl aus der stärkeren Schädigung der vorwiegend Zapfen tragenden Netzhautteile, so daß durch die Schädigung der Zapfen, die ja optische und motorische Empfangsorgane sind, dem Erfolgsorgan auch weniger pupillenverengernde Impulse zufließen konnten und daher eine weitere Pupille als auf dem sehtüchtigeren Auge resultierte. Ein Fall von hochgradigster Chorioiditis disseminata wies so weite Pupillen auf, daß man meinen konnte, sie wären durch ein Mydriaticum erweitert worden. Da auch die Netzhautperipherie so schwer geschädigt war, daß kaum mehr gesunde Stellen erkannt werden konnten, fielen auch die pupillenverengernden Impulse der Peripherie weg, so daß eine abnorme Weite der Pupillen die Folge war.

Ergebnis:

Bei klinischen Beobachtungen über die Ausdehnung des pupillomotorisch wirksamen Bezirkes der Netzhaut ergab sich:

1. Der Macula kommt eine pupillomotorische Überwertigkeit zu.
2. Auch die Nethautperipherie besitzt pupillomotorische Wirksamkeit, doch ist diese viel geringer als die der Macula.
3. Die Größe der pupillomotorischen Wirksamkeit scheint in einem quantitativen Verhältnis zu stehen zur Zapfendichte der Netzhaut.
4. Dieses quantitative Verhältnis findet seinen meßbaren Ausdruck in der Herabsetzung der pupillomotorischen Unterschiedsempfindlichkeit, die sich manifestiert, wenn die motorischen Impulse allein von der Netzhautperipherie ausgehen.

Zum Schluß sei es mir gestattet, Herrn Prof. Dr. Meisner meinen Dank auszusprechen für die gütige Überlassung der Arbeit, Herrn Prof. Dr. Groethuysen und Herrn Dr. Lisch für freundliche Unterstützung und leitende Anregungen.

Literaturverzeichnis.

Axenfeld Th.: Lehrbuch und Atlas der Augenheilkunde.

Behr Carl: Zur topischen Diagnose der Hemianopsie. Graefe-Archiv Bd. 70 (1909) S. 340.

Best F.: Die Ausdehnung des pupillomotorisch wirksamen Bezirks der Netzhaut Archiv für Augenheilkunde Bd. 61 (1908) S. 319.

Bumke Oswald: Physiologie und Pathologie der Pupillenbewegung. Medizinische Klinik 1907 Nr. 41.

Gasteiger H.: Klinische Beobachtungen über die Ausdehnung des pupillomotorisch wirksamen Bezirkes der Netzhaut. Archiv für Augenheilkunde Bd. 108 (1934) S. 553.

Groethuysen Georg: Über die Beziehungen zwischen motorischer und optischer Unterschiedempfindlichkeit bei normalen und krankhaften Zuständen des Sehorgans. Archiv für Augenheilkunde Bd. 87 (1921) S. 152.

— Über die Beziehungen zwischen motorischer und optischer Unterschiedsempfindlichkeit bei normalen und krankhaften Zuständen des Sehorgans. Fortsetzung und Schluß. Archiv für Augenheilkunde Bd. 88 (1921) S. 83.

Hesse Robert: Studium über die hemiopische Pupillenreaktion und die Ausdehnung des pupillomotorischen Bezirkes der Netzhaut. Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde Bd. 47 I (1919) S. 33.

Heß C.: Untersuchungen über die Ausdehnung des pupillomotorisch wirksamen Bezirkes der Netzhaut und über die pupillomotorischen Aufnahmeorgane. Archiv für Augenheilkunde Bd. 58 (1907) S. 182.

— Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie des Pupillenspieles. Archiv für Augenheilkunde Bd. 60 (1908) S. 327.

Sander E.: Über quantitative Messung der Pupillenreaktion und einen in der Praxis hierfür geeigneten Apparat. Klin. Monatsblätter für Augenheilkunde Bd. 83 (1929 II) S. 318.

Lebenslauf.

Am 17. Juli 1914 wurde ich als siebentes Kind des Fürstlich Fugger'schen Domänenrats Josef Dauber und seiner Ehefrau Dorothea, geborene Fischer, zu Augsburg geboren. Dort besuchte ich 4 Jahre die Volksschule und 1½ Jahre das Humanistische Gymnasium St. Stephan. Nach weiteren 7½ Jahren am Humanistischen Gymnasium Metten/Niederbayern erwarb ich das Reifezeugnis im März 1933. Das Studium der Medizin führte mich zuerst nach Würzburg, dann nach Freiburg/Br., wo ich im Februar 1936 das Physikum ablegte. Die klinischen Semester verbrachte ich in München, wo ich Mai 1939 das Medizinische Staatsexamen bestand.